

Полученные результаты показывают, что расход воды через теплообменник слабо влияет на отведенное количество теплоты. Следовательно, можно подобрать такой расход, который обеспечивается течением воды под действием сил гравитации. Влияние формы теплообменного аппарата показывает, что эффективнее аппараты с большим количеством трубок и меньшими скоростями течения воды.

Список использованных источников

1. Ташлыков О. Л. Основы ядерной энергетики; под общ. ред. С. Е. Щеклеина. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 225 с.
2. Шумков Д. Е., Климова В. А., Ташлыков О. Л. Задача повышения надежности расхолаживания шахты-хранилища отработавших тепловыделяющих сборок // Перспективные энергетические технологии. Экология, экономика, безопасность и подготовка кадров – 2016 : материалы научно-практической конференции (Екатеринбург, 11 октября 2016 г.). – Екатеринбург : УрФУ, 2016. С. 42–44.
3. Шумков Д. Е., Климова В. А., Ташлыков О. Л., Селезнев Е. Н. Повышение надежности охлаждения облученных топливных сборок ИЯР ИВВ-2М в шахте-хранилище // Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2017 (15–19 мая 2017 г.): тезисы докладов IV Международной молодежной научной конференции (Секции 3, 4, 5). Екатеринбург : УрФУ, 2017. С. 122–123. [Электронный ресурс] URL: http://fizteh.urfu.ru/conference/media/pdfs/Tezisy2017_Section3.pdf (дата обращения 24.11.2017)

УДК 620.92

АНАЛИЗ АЛЮМОВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ

ANALYSIS WATER-ALUMINUM HYDROGEN ENERGY FROM THE POINT OF INTENSITY

Терентьева Т. В., Стариков Е. В.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
terenteva-tt@yandex.ru

Аннотация: в настоящей статье описывается получение водорода при химическом окислении водой алюминия. Приведены проекты установок на основе алюмоводородных технологий. Проанализирована энергетическая часть установок алюмоводородной энергетики. Указаны достоинства и недостатки алюмоводорода.

Abstract: this article talk about the production of hydrogen during the chemical oxidation of aluminum with water. It present the design based on water-aluminum hydrogen technologies. Analyzed the energy of the plants based on water-aluminum hydrogen from the point of intensity. The advantages and disadvantages of water-aluminum hydrogen technologies are set out.

Ключевые слова: водород; алюмоводород; алюмоводородные технологии; энергоэффективность алюмоводорода.

Key words: hydrogen; water-aluminum hydrogen; water-aluminum hydrogen technologies; intensity of water-aluminum hydrogen.

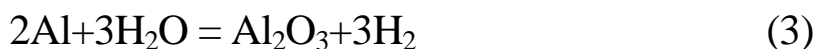
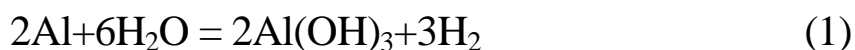
В настоящее время водородная энергетика рассматривается как один из основных подходов к энергетике будущего. Сдерживает непосредственно внедрение современных установок на водородном топливе ряд ограничений: дорогие способы производства водорода используют невозобновляемые ресурсы, себестоимость водорода от возобновляемых источников высокая, а его получение энергозатратно; хранение и транспортировка водорода небезопасны; а также при длительном хранении возможны утечки вещества.

С целью ухода от данных ограничений разрабатываются варианты химического «запасания» водорода с дальнейшим получением и использованием. Одним из веществ – катализаторов реакции выделения «запасенного» водорода является алюминий. Полученный таким образом водород называется алюмоводород. Алюмоводородные

технологии включают в себя концепцию использования алюминия как промежуточного энергоносителя.

Из краткой характеристики можно выделить, что алюминий добывается из бокситных месторождений. Мировые запасы бокситов несоизмеримы с динамикой спроса, поэтому алюминий условно считается возобновляемым ресурсом. Получение алюминия из руды требует больших затрат электроэнергии: для производства 1000 кг чистого алюминия требуется около 17 МВт·ч электроэнергии [1]. Цена на алюминий на момент ноябрь 2017 г. в среднем 2100 \$/т. [2].

Химическое окисление алюминия водой используется с целью получения водорода (не путать с окислением в воздушно-алюминиевых топливных элементах). Получаемый водород может быть применен как энергетических, так и в других целях. В зависимости от пропорций воды и алюминия, а также от других исходных веществ выделены следующие типы реакций:

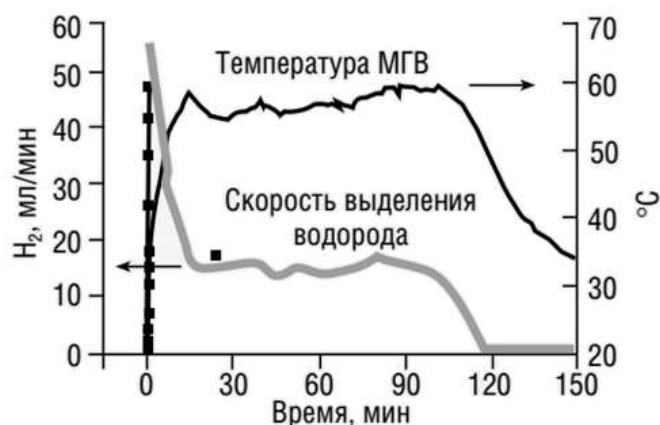


Каждый тип химических реакций нашел применение в проектах отечественных и зарубежных ученых. В основе разработки алюмо-водный микрогенератор водорода соответственно лежит первый тип реакции [3]. Второй – установка КЭУ-10 (ОИВТ РАН совместно с ООО НИК «НЭП») [4]. Водородный генератор Корниша (Cornish Hydrogen Generator), использует третий тип реакции [5]. Четвертый соответствует водород-генерирующему реактору на основе NaOH [6].

На рисунке на примере алюмо-водного микрогенератора водорода рассмотрены производительность и температурный режим [3].

Энергозатратность на производство и себестоимость водорода определяются энергоемкостью и ценами на исходные компоненты реакции. Существенным оказывается и вклад транспортной составляющей. Тем не менее при определенных условиях (извлечение и продажа продукта реакции – бемита) прибыль превышает расходы.

Как было указано, энергоемкость производства алюминия – 17 МВт·ч на 1000 кг. Для выработки водорода используется измельченный чистый алюминий. Энергоемкость алюминия 1,3–1,8 Вт·ч/г или 1,3–1,8 МВт·ч за 1000 кг в цикле АМГВ [3].



Температура и скорость выделения водорода в зависимости от времени действия для МГВ-генератора

АМГВ разработан для питания переносных устройств в ОИВТ РАН, где также реализуются проекты более мощных генераторов.

Отмечается ряд преимуществ алюмоводородных технологий:

- возможность быстрого «подхвата» питания потребителя, длительного хранения без снижения характеристик, в том числе и в полевых условиях;
- отсутствие необходимости значительно расширять добычу бокситов, так как продукты окисления могут быть вторично использованы для восстановления металла;
- взрыво- и пожаробезопасность при хранении и работе;
- отсутствие ядовитых компонентов, шума, выбросов (за исключением паров воды).

Рассматривая возможность внедрения алюмоводородных технологий необходимо учитывать следующие аспекты:

- топливные элементы, работающие на алюмоводородных генераторах, предполагают полный цикл «исходные вещества – производство водорода – получение энергии», т. е. водород не хранится, а производится «по требованию», в момент потребления;

- привозное топливо – существенный недостаток технологии, при расчетах необходимо включать доставку алюминия;
- необходимость сохранения продуктов реакции для переработки / перепроизводства в случае с выработкой бемита.

По экономическим показателям алюмоводородная энергетика пока проигрывает традиционным технологиям, однако она позволяет решить проблему перевозки и хранения энергоносителей. Еще более перспективен алюминий в качестве энергии для транспорта. Такие генераторы превосходят самые совершенные современные аккумуляторы по удельной энергии и удельной стоимости электроэнергии.

Список использованных источников

1. Алюминий // Краткая химическая энциклопедия: в 5 т / гл. ред. И. Л. Кнунянц. – М. : Советская энциклопедия, 1988. – Т. 1: Абл–Дар. – С. 74–75.
2. Лондонская биржа металлов, London Metal Exchange; LME Aluminium; Trading summary.
3. Shkolnikov E. I. 2 W Power Source Based on Air-Hydrogen PEM FCs and Water-Aluminum Hydrogen Micro-Generator / E. I. Shkolnikov, M. S. Vlaskin, A. S. Iljukhin et al. // Journal of Power Sources. 2008. V. 185. I. 2. P. 967–972.
4. Школьников, Е. И. Что такое алюмоэнергетика / Е. И. Школьников // Экология и жизнь. 2010. № 7 (104). С. 57–63.
5. John Petrovic, George Thomas. Reaction of Aluminum with Water to Produce Hydrogen. Washington, DC : U.S. Department of Energy, 2008. 26 p. [Электронный ресурс]. URL: https://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/aluminium_water_hydrogen.pdf (дата обращения 20.11.2017)
6. Kandasamy J. Effects of Aluminum Particle Size, Galinstan Content and Reaction Temperature on Hydrogen Generation Rate Using Activated Aluminum and Water / J. Kandasamy, C. Christian, G. Iskender // Energy and Power Engineering. 2015. № 7. P. 426–432.

УДК 663.18

РЕАКТОР АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БИОМАССЫ

ANAEROBIC BIOMASS DIGESTION REACTOR